

TENEUR EN MATIÈRES AZOTÉES ET COMPOSITION MINÉRALE DE QUELSUES FOURRAGES

Guérin Hubert, Richard Didier, Heinis V.. 1988. Teneur en matières azotées et composition minérale de quelques fourrages In : Élevage et potentialités pastorales sahéliennes. Synthèses cartographiques. Mali = Animal husbandry and sahelian pastoral potentialities. Cartographic synthesis. Mali. CIRAD-IEMVT - FRA. Wageningen : CTA-CIRAD-IEMVT, 17-18. ISBN 2-85985-121-6 ; 2-85985-123-2

Origine et nature des échantillons

Les résultats d'analyses présentés ci-dessous correspondent à des échantillons prélevés de 1969 à 1975 lors d'études agrostologiques : Boudet, Cortin et Macher (1970), Boudet (1970), Boudet et Ellenberger (1971), Audru (1972), Boudet (1972), Audru (1975) et Boudet (1983).

La plupart des échantillons ont été collectés sur parcours naturels dans la partie sud du pays entre le 10e et le 16e parallèle. De plus, les lieux de récolte les plus septentrionaux étaient souvent des dépressions, le delta du Niger en particulier, aux sols caractérisés par une hydromorphie permanente ou temporaire. Cette localisation particulière des prélèvements est représentative des parcours aux plus fortes potentialités de production et aussi les plus exploités en saison sèche, mais pas de l'ensemble des régions d'élevage du pays. C'est ainsi que 53 p.100 des échantillons de graminées ont été récoltés sur sols hydromorphes et que 62 p.100 d'entre eux appartiennent à des espèces vivaces. Ce dernier pourcentage n'est pas très éloigné de celui que l'on peut calculer au niveau d'une année, à partir des résultats de Diallo (1978) qui a décrit la composition du régime du bétail transhumant de Diafarabé dans le delta du Niger (tableau 1).

Tableau 1 : Composition du régime des bovins de la région de Diafarabé transhumant au Sahel pendant la saison des pluies

| Période | Lieu de pâturage | Composition du régime en p.100 | | | |
|--------------------|---|--------------------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| | | Graminées pérennes | Graminées annuelles | Dicotylédones | Fourrages ligneux |
| novembre à juillet | Delta vil du Niger | 89 | 9 | 1.5 | 0.5 |
| Début août | « Montée » de la J1* | 6 | 92 | 2 | 0 |
| | transhumance J2 | 0 | 99 | 0 | 1 |
| | « Sahel » J3 | 0 | 19 | 1 | 80 |
| Mi-octobre | « Descente » de la transhumance « Sahel » | 0 | 96 | 2 | 2 |

(d'après les résultats de DIALLO 1978)

* 3 Journées d'observation réparties du 4 au 10 août.

Par ailleurs, plutôt que de constituer des échantillons représentatifs de la phytomasse dans son ensemble, les auteurs des études agrostologiques se sont efforcés de prélever des espèces ou des organes de plantes effectivement consommés par le bétail.

Enfin, précisons que dans ces travaux la plus grande place a été donnée aux fourrages naturels considérés comme témoins des risques régionaux de carences minérales. Ce choix ne doit pas faire oublier la diversité des systèmes d'élevage et, en conséquence, celle des fourrages utilisés par le bétail (tableau 2).

Tableau 2 : Nutrition du bétail dans les différents systèmes d'élevage du Mali (+++ nourriture principale ; ++ fourrage important ; + fourrage secondaire)

| Systèmes d'élevage | Pâturages naturels | | | Produits cultivés | | |
|------------------------|--------------------|----------|--|------------------------------------|--------|----------------------|
| | espèces herbacées | | feuilles et fruits des espèces ligneuses | Sous-produits agricoles de qualité | | cultures fourragères |
| | annuelles | pérennes | | basse | élevée | |
| nomade transhumant (1) | +++ | + | + | | | |
| s.s. « Delta » | ++ | ++ | | + | | |
| s.s. savane | ++ | ++ | + | + | | |
| sédentaire sud sahel | +++ | | + | + | | |
| Delta | + | +++ | | + | | |
| savane | ++ | ++ | | + | | |
| ranching sud Sahel | ++ | | + | | ++ | + |
| savane | ++ | ++ | + | | + | ++ |
| embouche | + | + | + | ++ | ++ | |

(1) distinction de 2 types suivant la localisation des troupeaux pendant la saison sèche (= s.s.).
(d'après BREMAN et al 1982)

Dicko et Sangaré (1984) ont, par exemple, décrit l'importante utilisation des chaumes de mil et de riz par le cheptel sédentaire ou semi-sédentaire présent en saison sèche dans le delta du Niger (tableau 3). Diagayété (1981) et Kassambara (1983) ont étudié la valeur nutritive de certains des sous-produits disponibles dans cette région.

Tableau 3 : Durée d'ingestion (en p.100 de la durée annuelle d'ingestion) de divers types de fourrages par le bétail sédentaire des « systèmes agropastoraux du mil et du riz » de la région de Niono dans le delta du Niger

| | Temps consacré (en p.100 de la durée totale d'ingestion) à divers types de fourrages | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|----------------|-------------------|
| | Végétation herbacée adventice et des parcours naturels | Paille et repousses de riz | Chaumes de mil | Fourrages ligneux |
| Système agropastoral du mil | | | | |
| ● bovins | 73 | | 16 | 11 |
| ● ovins | 59 | | 7 | 34 |
| ● caprins | 11 | | 2 | 87 |
| Système agropastoral du riz | | | | |
| ● bovins | 57 | 34 | 6 | 3 |
| ● ovins | 77 | 10 | 2 | 11 |
| ● caprins | 37 | 2,5 | 2,5 | 58 |

En résumé, nous retiendrons que les résultats d'analyses figurant dans les divers tableaux et graphiques ne donnent pas une vue synthétique de la qualité des disponibilités fourragères du Mali. Ils illustrent plutôt la diversité de ces ressources et certains facteurs de variations de la qualité du régime des animaux, notamment de ceux qui exploitent les zones de dépression en saison sèche.

Cette mise au point était nécessaire pour une juste interprétation des résultats présentés.

Les échantillons analysés se classent comme suit :

- 87 graminées vivaces, parmi lesquelles :
 - 25 *Andropogon* dont - 17 *Andropogon gayanus*
 - 3 *Andropogon canaliculatus*
 - 3 *Andropogon tectorum*
 - 1 *Andropogon ascinodis*
 - 1 *Andropogon* sp.
 - 17 *Echinochloa stagnina*
 - 5 *Hyparrhenia* dont - 4 *Hyparrhenia rufa*
 - 1 *Hyparrhenia subplumosa*
 - 4 *Hyperthelia dissoluta*
 - 36 espèces diverses dont :
 - *Brachiaria mutica*
 - *Diheteropogon amplexans*
 - *Elymandra androphila*
 - *Imperata cylindrica*
 - *Oryza longistaminata*
 - *Schizachyrium sanguineum*
 - *Setaria sphacelata*
 - *Sorghastrum stipoides*
 - *Sporobolus helvolus*
 - *Vetiveria nigritana*
 - *Panicum maximum* (cultivé)

- 53 graminées annuelles parmi lesquelles :
 - *Aristida mutabilis*
 - *Acroceras amplexans*
 - *Brachiaria deflexa*
 - *Cenchrus biflorus*
 - *Ctenium elegans*
 - *Dactyloctenium aegyptium*
 - *Diheteropogon hagerupii*
 - *Eragrostis tremula*
 - *Panicum laetum*
 - *Paspalum scrobiculatum*
 - *Pennisetum pedicellatum*
 - *Pennisetum polystachion*
 - *Rottboellia cochinchinensis*
 - *Schoenefeldia gracilis*
 - *Eleusine coracana* (cultivé)
 - et des pailles de maïs, de sorgho et de riz cultivés
- 9 légumineuses dont :
 - *Alysicarpus ovalifolius*
 - *Zornia glochidiata*
 - *Labiab purpureus* (cultivé)
 - *Phaseolus lathyroides* (cultivé)
- 9 dicotylédones appartenant à des familles diverses :
 - *Citrullus lanatus*
 - *Cyperus rotundus*
 - *Ipomea aquatica*
 - *Mitracarpus villosus*
 - *Monechma ciliatum*
 - *Tribulus terrestris*
- 29 échantillons de feuilles et de fruits appartenant aux espèces ligneuses suivantes :
 - *Acacia albida*
 - *Acacia seyal*
 - *Bombax costatum*
 - *Boscia senegalensis*
 - *Cadaba glandulosa*
 - *Celtis integrifolia*
 - *Combretum fragrans*
 - *Combretum glutinosum*
 - *Daniellia oliveri*
 - *Dichrostachys cinerea*
 - *Ficus sur*
 - *Grewia bicolor*
 - *Guiera senegalensis*
 - *Khaya senegalensis*
 - *Oxythenanthera abyssinica*
 - *Pterocarpus erinaceus*
 - *Pterocarpus lucens*
 - *Strychnos spinosa*
 - *Ziziphus mauritiana*

Teneurs en matières azotées des fourrages - Besoins couverts

Le principal facteur limitant de la valeur nutritive des fourrages tropicaux est leur teneur en matières azotées (MAT : matières azotées totales = $N \times 6,25$). Une teneur minimale de 60 à 70 g de MAT par kg de matière sèche est la norme communément admise pour la satisfaction des besoins d'entretien des ruminants. Les graminées annuelles ou le premier cycle des graminées vivaces, qui constituent l'essentiel de la biomasse produite annuellement, ne remplissent cette condition que pendant la saison des pluies (tableau 4), leurs teneurs en MAT étant le plus souvent inférieures à 40 g/kg MS en saison sèche.

Tableau 4 : Teneurs en matières azotées totales et en phosphore (MAT et P en g/kg MS) de graminées annuelles, de dicotylédones herbacées et de fourrages ligneux consommés par le bétail

| Types de fourrage | Graminées annuelles premier cycle des graminées vivaces | | | | Dicotylédones herbacées | | | | Fourrages ligneux | | | |
|--|--|-----|----------------------------------|-----|--|-----|-----------------|-----|--------------------------------|-----|---------|-----|
| | | | | | Légumineuses | | Autres familles | | Feuilles | | Gousses | |
| Période de collecte et de consommation par le bétail | Fin de saison des pluies (octobre) | | milieu de saison sèche (février) | | saison des pluies à milieu de saison sèche (septembre à février) | | | | saison sèche (octobre à avril) | | | |
| | MAT | P | MAT | P | MAT | P | MAT | P | MAT | P | MAT | P |
| effectif | 13 | 13 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 8 | 20 | 21 | 4 | 4 |
| moyenne | 69 | 2 | 27 | 0,6 | 158 | 2,6 | 102 | 1,9 | 148 | 1,5 | 111 | 1,4 |
| écart-type | 32 | 0,7 | 9 | 0,5 | 25 | 0,6 | 31 | 0,7 | 48 | 0,3 | 47 | 1,8 |

Pourtant le bétail, grâce à son comportement alimentaire sélectif, se constitue, quand les disponibilités fourragères sont suffisantes, un régime alimentaire plus riche lui permettant de couvrir ses besoins d'entretien et de production pendant une grande partie de l'année (tableau 5).

Tableau 5 : Comparaison entre les teneurs en matières azotées totales et en phosphore (MAT et P en g/kg MS) du fourrage disponible sur les pâturages et du régime des zébus lors de la transhumance de 1978 des troupeaux de Diafarabé (Delta du Niger)

| | Juillet | Septembre |
|--|-------------|-------------|
| Quantité de fourrage disponible en tonnes de MS/ha | 1,4 T | 0,8 T |
| Quantité de fourrage exploitée en tonnes de MS/ha | 0,2 T | 0,4 T |
| Taux d'exploitation en p.100 | 14 p.100 | 50 p.100 |
| Teneur moyenne en MAT du fourrage herbacé disponible | 30 g/kg MS | 90 g/kg MS |
| Teneur en MAT du fourrage consommé | 120 g/kg MS | 150 g/kg MS |
| Teneur en P du fourrage disponible | 0,7 g/kg MS | — |
| Teneur en P du fourrage consommé | 1,9 g/kg MS | — |

(d'après BREMAN et al 1978)

En effet, durant la saison sèche, le bétail ingère, en plus des pailles de graminées surtout consommées par les bovins et peu par les petits ruminants, les fourrages suivants qui contribuent tous à l'élévation de la teneur en MAT du régime :

— des légumineuses et d'autres dicotylédones herbacées avant la chute de leurs feuilles (tableau 4) ; d'ailleurs, même lorsque celles-ci sont tombées elles peuvent être ingérées par les petits ruminants et les tiges, souvent appetées, ont des teneurs en MAT comprises entre 40 et 80 g/kg MS supérieures à celles des pailles de graminées ;

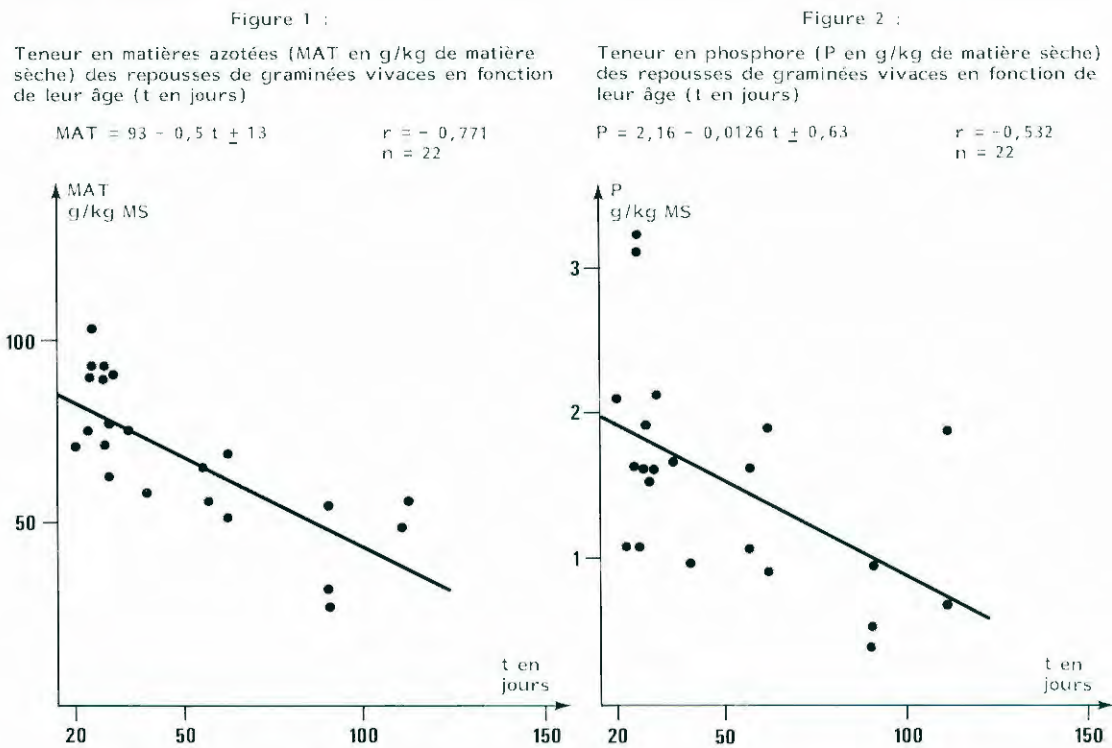
— les feuilles et fruits de ligneux dont les teneurs en MAT sont comprises entre 100 et 200 g/kg MS. Cependant, il faut préciser que l'azote des fourrages ligneux et, secondairement celui de certaines dicotylédones herbacées, a une valeur nutritive très variable : une partie des MAT est bloquée soit chimiquement par des tanins, soit physiquement par les constituants pariétaux cellulotiques souvent très lignifiés et n'est donc pas disponible pour l'animal. Diagayété (1981) et Koné (1987) ont étudié les facteurs de variation de la valeur nutritive des fourrages ligneux, en particulier de leur valeur azotée ;

— enfin, après une exploitation ou un feu de brousse, les graminées vivaces peuvent produire des repousses d'une valeur très supérieure à celle des pailles.Des repousses feuillues apparaissent également au niveau des noeuds sur les tiges de certaines graminées hydrophiles comme *Echinochloa stagnina* ou « bourgou ». C'est ainsi que pour une même période on peut prélever sur une espèce donnée des échantillons de compositions très différentes (Boudet 1972). L'exemple du tableau 6 pourrait être repris pour d'autres espèces comme *Andropogon gayanus*, *Brachiaria mutica*, etc.

Tableau 6 : Teneurs en matières azotées totales et en phosphore (MAT et P en g/kg MS) de *Echinochloa stagnina* (« bourgou ») en fonction de la période, de l'organe et du stade de développement

| | Effectif | MAT (g/kg MS) | P (g/kg MS) |
|---|----------|---------------|-------------|
| août : jeunes repousses | 1 | 186 | 3,5 |
| octobre : repousses de l'année | 2 | 61 | 1,1 - 2,2 |
| novembre : | | | |
| ● Partie aérienne au stade floraison-fructification | 4 | 50 à 117 | 1,3 à 2,1 |
| ● Tiges submergées | 3 | 38 à 63 | 0,8 à 1,8 |
| Saison sèche (février - mai) | | | |
| ● Tiges aériennes | 3 | 20 à 25 | 0,3 à 0,7 |
| ● Repousses feuillues | 5 | 80 à 156 | 0,8 à 4,4 |

Plus généralement, la qualité des repousses de graminées est fonction de leur âge comme le montre la figure 1 : leur teneur en MAT, par exemple, diminue presque de moitié entre 30 et 100 jours de repousse.



Besoins des animaux en minéraux - Limites de carence et seuils de toxicité

Seuls les résultats d'analyse minérale de 140 échantillons de graminées ont été reportés sur la carte. Pour faciliter leur lecture, ces résultats ont été présentés selon des critères prenant en compte les teneurs minimales en minéraux correspondant aux limites de carence elles-mêmes inférieures pour les éléments majeurs, **calcium** et **phosphore** en particulier, aux recommandations établies en fonction des niveaux de production (tableau 7).

Tableau 7 : Limites de carence, seuils de toxicité et apports recommandés de minéraux dans les rations pour ruminants. Exemples de bovins et d'ovins à l'entretien, en croissance, en gestation et en lactation

| Eléments | g/kg MS | | | | mg/kg MS | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------|----------------|-----|--------------------|-----|------|----|---------|
| | Ca | P | Mg | K | Cu | Zn | Mn | Fe | Co |
| Limites de carence | 2 | 2 | 0,7 | 3,2 | 7 | 45 | 45 | | 0,07 |
| Seuils de toxicité | | | | | Bov:100 Ov : 15 | 500 | 1000 | | 100 |
| Recommandations (exemples) | | | | | | | | | |
| Bovins en croissance de 200 kg PV (1) | | | 1,1 | 3,3 | 10 | 50 | 50 | 30 | 0,1 |
| entretien | 1,8 | 1,2 | | | | | | | |
| entretien + 100 g/j de GQM (2) | 2,4 | 1,7 | | | | | | | |
| entretien + 250 g/j de GQM | 3,1 | 2,1 | | | | | | | |
| entretien + 500 g/j de GQM | 4,2 | 2,7 | | | | | | | |
| Vaches reproductrices de 300 kg PV | | | 0,9 | 3,7 | 10 | 50 | 50 | 30 | 0,1 |
| entretien | 2,0 | 1,3 | | | | | | | |
| entretien + 8 kg de lait/j | 5,2 | 3,0 | | | | | | | |
| Ovins | | | 0,7 | | 5 à 10 | 50 | 50 | 30 | 0,1 à 1 |
| croissance | 2,6 à 5 | 1,6 à 2,7 | | 4 | | | | | |
| gestation | 3,5 | 2,5 | | | | | | | |
| lactation | 2,5 à 6 | 2 à 3 | | | | | | | |
| Références | INRA (1978) | | RIVIÈRE (1978) | | UNDERWOOD (1981) | | | | |

(1) poids vif
(2) gain quotidien moyen

Composition minérale des fourrages - Principales carences : phosphore, zinc et cuivre

La présentation synthétique des résultats d'analyses (moyennes et écarts types) tient compte de la famille botanique ou du type de fourrage et, pour les graminées, des principaux types de sols : steppiques en zone nord sahélienne, ferrugineux tropicaux en zone sahélo-soudanienne ou hydromorphes (tableau 8).

Tableau 8 : Composition minérale des principales plantes fourragères échantillonnées au Mali

| MACRO-ELEMENTS g/kg MS | ELÉMENT MINÉRAL | SOL | FOURRAGES HERBACÉS | | | | | | | | | | FOURRAGES LIGNEUX | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----|--------------------|-------|------------|--------------------------------|------|--------------|------|------------|----------------------|------|-------------------|----------|------|------------|---------|-----|------------|
| | | | GRAMINÉES | | | dont échantillons carencés (1) | | LÉGUMINEUSES | | | AUTRES DICOTYLEDONES | | | FEUILLES | | | GOUSSES | | |
| | | | n | moy | écart type | en p 100 effectif | moy | n | moy | écart type | n | moy | écart type | n | moy | écart type | n | moy | écart type |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calcium Ca | S (2) | 33 | 4,5 | 2,4 | 9 | 1,7 | | | | | | | | | | | | | |
| | F (2) | 39 | 4,0 | 1,2 | 3 | 1,9 | | | | | | | | | | | | | |
| | H (2) | 68 | 3,2 | 1,2 | 10 | 1,3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Ens | 140 | 3,7 | 1,6 | 8 | 1,5 | 9 | 12 | 4,4 | 9 | 20,6 | 15,2 | 22 | 13,3 | 3 | 4 | 5,4 | 2,4 | |
| Phosphore P | S | 33 | 1,2 | 0,6 | 88 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | |
| | F | 39 | 1,3 | 0,8 | 85 | 1,0 | | | | | | | | | | | | | |
| | H | 68 | 1,3 | 0,7 | 87 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | |
| | Ens | 140 | 1,3 | 0,7 | 86 | 1,1 | 9 | 2,6 | 0,6 | 9 | 1,9 | 0,7 | 22 | 1,5 | 0,3 | 4 | 1,4 | 1,8 | |
| Magnésium Mg | S | 33 | 2,4 | 1,1 | 0 | — | | | | | | | | | | | | | |
| | F | 39 | 2,8 | 1,0 | 0 | — | | | | | | | | | | | | | |
| | H | 68 | 2,2 | 0,9 | 0 | — | | | | | | | | | | | | | |
| | Ens | 140 | 2,4 | 1,0 | 0 | — | 9 | 3 | 0,5 | 9 | 5,4 | 3 | 22 | 3,4 | 0,6 | 4 | 1,6 | 0,6 | |
| Potassium K | S | 33 | 15,1 | 7,5 | 0 | — | | | | | | | | | | | | | |
| | F | 39 | 13,2 | 6,1 | 3 | 2,3 | | | | | | | | | | | | | |
| | H | 68 | 16,6 | 8,1 | 0 | — | | | | | | | | | | | | | |
| | Ens | 140 | 15,2 | 7,6 | 1 | 2,3 | 9 | 20 | 0,7 | 9 | 23,5 | 5,6 | 22 | 13,3 | 2,3 | 4 | 11,6 | 1,8 | |
| OLIGO-ELEMENTS mg/kg MS | Cuivre Cu | S | 2 | 4,3 | — | 100 | 4,3 | | | | | | | | | | | | |
| | | F | 4 | 4,3 | 1,8 | 100 | 4,3 | | | | | | | | | | | | |
| | | H | 19 | 4,7 | 2,5 | 84 | 3,8 | | | | | | | | | | | | |
| | | Ens | 25 | 4,6 | 2,3 | 88 | 3,9 | 2 | 9 | | 1 | 5,2 | | 2 | 9,2 | | | | |
| | Zinc Zn | S | 2 | 40,2 | — | 50 | 28,9 | | | | | | | | | | | | |
| | | F | 4 | 21,1 | 13 | 100 | 21,1 | | | | | | | | | | | | |
| | | H | 19 | 23,8 | 9 | 100 | 23,8 | | | | | | | | | | | | |
| | | Ens | 25 | 25,7 | 12 | 96 | 23,6 | 2 | 31 | | 1 | 32,8 | | 2 | 37,5 | | | | |
| | Manganèse Mn | S | 2 | 204,7 | — | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | F | 4 | 323,1 | 194 | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | H | 19 | 186,0 | 163 | 5 | 44,4 | | | | | | | | | | | | |
| | | Ens | 25 | 209,5 | 166 | 4 | 44,4 | 2 | 12,9 | | 1 | 588 | | 2 | 119 | | | | |
| | Fer Fe | S | 2 | 463,5 | — | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | F | 4 | 623,0 | 604 | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | H | 19 | 678,3 | 488 | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | Ens | 25 | 652,2 | 848 | 0 | — | 2 | 41,3 | | 1 | 409 | | 2 | 186 | | | | |
| | Cobalt Co | S | 2 | 0,72 | — | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | F | 3 | 0,21 | 0,1 | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | H | 19 | 0,93 | 2,2 | 0 | — | | | | | | | | | | | | |
| | | Ens | 24 | 0,82 | 2,0 | 0 | — | 2 | 0,45 | | 1 | 1,6 | | 2 | 0,5 | | | | |

(1) Teneurs en minéraux inférieures aux limites de carence (tableau 7)
(2) S : sols steppiques (= sol brun rouge steppique et sol brun steppique - PIAS 1964)
F : sols ferrugineux tropicaux
H : sols hydromorphes

Les teneurs moyennes en **phosphore** des graminées indiquent de fréquents risques de carences en cet élément. Des teneurs en P inférieures aux besoins des animaux en croissance (pour un GQM de 200 g par jour environ - tableau 7) ont été mesurées tant sur les sols steppiques (88 p.100 des échantillons), que sur les sols ferrugineux (85 p.100) et les sols hydromorphes (87 p.100).

Cependant comme pour les MAT, les animaux, par leur tri, se constituent un régime plus riche en phosphore que le disponible moyen (tableau 5). La teneur en P d'une ration, même monospécifique, peut beaucoup varier en fonction des organes ingérés : repousses feuillues ou tiges par exemple (tableau 6). De plus, le vieillissement des repousses s'accompagne, du fait de leur croissance, d'une dilution des éléments nutritifs, notamment du phosphore, de la même manière que pour les MAT (figure 2). Ces deux facteurs agissant sur la composition minérale des régimes à base de graminées.

La diversité floristique du régime peut également contribuer à élever sa teneur moyenne en phosphore : les légumineuses herbacées analysées dans cette étude sont nettement plus riches en P que les autres fourrages, mais il s'agit pour l'essentiel de légumineuses cultivées récoltées à un stade précoce, donc plus riches en P que des légumineuses spontanées à maturité.

Les autres groupes (autres dicotylédones herbacées ou fourrages ligneux) ont des teneurs moyennes en phosphore peu différentes de celles des graminées et souvent inférieures à celles des jeunes repousses de cette famille.

Les teneurs en **zinc** sont inférieures à la limite de carence pour la quasi totalité des graminées et les rares échantillons de dicotylédones herbacées ou ligneuses dont on a dosé les oligo-éléments.

Il en est de même pour la teneur en **cuivre** des graminées, mais les teneurs en Cu sont supérieures à la limite de carence pour les cinq dicotylédones sur lesquelles on a dosé cet élément.

Les teneurs moyennes en **calcium** des graminées couvrent des besoins de production modérée correspondant aux performances moyennes du bétail de la région (tableau 7). De plus, les teneurs en calcium des dicotylédones enrichissent le régime en cet élément qui ne semble donc pas poser de problème majeur pour la nutrition minérale du bétail malien.

Les autres éléments, magnésium, potassium, manganèse, fer, cobalt sont présents en quantités suffisantes dans les fourrages.



La richesse floristique du régime des ruminants contribue à améliorer leur nutrition minérale et azotée (cliche : D. FRIOT).

Conclusion

Les teneurs en **phosphore** et en **zinc** des fourrages du Mali sont le plus souvent inférieures aux normes des besoins des ruminants domestiques. Les teneurs en **calcium** sont suffisantes en moyenne mais elle peuvent être limitantes pour des niveaux de production élevés notamment au moment du pic de lactation, s'il a lieu en saison des pluies, ou encore dans le cas de la production intensive de viande. Les teneurs en **cuivre** sont souvent inférieures à la limite de carence ou proches de celle-ci.

C'est sur les pâturages sahéliens dominés par les graminées annuelles que les risques de carence sont les plus importants car les ressources fourragères sont moins variées (absence de repousses de graminées et de résidus de récolte notamment). L'espèce bovine, la moins sélective pour constituer son régime, est la plus exposée.

Une complémentarité minérale des troupeaux est donc recommandée, y compris en saison des pluies, période à laquelle les fourrages plus riches sur le plan énergétique et azoté permettent des niveaux de production plus élevés et, par voie de conséquence, accroissent les besoins en minéraux.

La même précaution doit être prise lorsque l'on utilise des sous-produits agricoles riches en énergie et en matières azotées dans le cadre d'opérations d'intensification des productions animales.

BIBLIOGRAPHIE

- 1. Audru J.** — Etude du développement de l'élevage dans le Sud Mali. Etude agrostologique et des problèmes de nutrition. Rapport de tournée. Maisons-Alfort, IEMVT, 1972. 6 p.
 - 2. Audru J.** — Station de sélection de Madina Diassa. Propositions pour l'aménagement de la station destinée à l'installation de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila (République du Mali). Perugia (Italie), Zooconsult/Maisons-Alfort, IEMVT. 1975. 133 p.
 - 3. Boudet G., Cortin A., Macher H.** — Esquisse pastorale et esquisse de transhumance de la région de Gourma. Diwi (Essen)/Maisons-Alfort, IEMVT. 1970. 283 p.
 - 4. Boudet G.** — Etude agrostologique pour la création d'un ranch d'embouche dans la région de Niono. Maisons-Alfort, IEMVT, 1970. 268 p.
 - 5. Boudet G., Ellenberger J.-F.** — Etude agrostologique du berceau de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila. Maisons-Alfort, IEMVT, 1971. 174 p.
 - 6. Boudet G.** — Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti. Maisons-Alfort, IEMVT, 1972. 309 p.
 - 7. Boudet G.** — Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti. Mission de préparation de la deuxième phase. 8 novembre — 3 décembre 1982. Annexe : Pâturages et recherche. Maisons-Alfort, IEMVT, 1983. 33 p.
 - 8. Boudet G., Lebrun J.-P.** — Catalogue des plantes vasculaires du Mali. Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 16. 1986. 480 p.
 - 9. Breman H., Diallo A., Traoré G., Djiteye M.** — The ecology of the annual migrations of cattle in the Sahel. Proceedings of the First International Rangeland Congress. Denver, Colorado, USA. 1978 : 592-595.
 - 10. Breman H., Cisse, A.M. et Collab.** — La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Penning de Vries, F.W.T., Djiteye M.A., ed. Wageningen. 1982. 525 p.
 - 11. Diagayété M.** — Untersuchungen zur Erweiterung der Kenntnisse über den Entterwert westafrikanischer Futterpflanzen, Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften. Univ. Hohenheim (RFA). 1981. 135 p. + annexes.
 - 12. Diallo A.** — Transhumance : comportement, nutrition et productivité d'un troupeau zébus de Diafarabé. Doct. en biologie, option écologie animale — Centre pédagogique supérieur. Bamako, Mali. 1978. 75 p.
 - 13. Dicko M.S., Sangare M.** — Le comportement alimentaire des ruminants domestiques en zone sahélienne. Second International Rangeland Congress, Adelaïde (Australie) 13-18 mai 1984. 13 p.
 - 14. Inra** — Alimentation des ruminants. Paris, INRA, 1980 (2^e ed.) 621 p.
 - 15. Kassambara I.** — Contribution à l'étude de la valeur alimentaire des sous-produits agro-industriels utilisés dans l'alimentation des ruminants au Mali. Thèse Doct. ing. Univ. Paris VI. 1983. 96 p.+ annexes.
 - 16. Kone R.** — Valeur nutritive des ligneux fourragers des zones sahélienne et soudanienne d'Afrique Occidentale : recherche d'une méthode simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur azotée. Thèse 3^e cycle. Univ. Paris VI. 1987. 131 p. + annexes.
 - 17. Pias J.** — Cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000 (feuilles d'Abéché, Biltine, Oum Hadjer), notice explicative. ORSTOM, Fort-Lamy (Tchad). 1964. 103 p.
 - 18. Rivière R.** — Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Maisons-Alfort, IEMVT/Paris, Ministère de la Coopération. 1978. 523 p.
 - 19. Underwood C.J.** — The animal nutrition of livestock. Farnham Royal. C.A.B., 1981, 2^e ed. 180 p.
-